

ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE STOFFWECHSEL- PHYSIOLOGISCHEN GRUNDLAGEN DES AKTIVITÄTSWECHSEL DER KARTOFFELKNOLLE

(Physiologische Studien an Kartoffelknollen XVII.)

von

I. SZALAI

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität, Szeged,
(Eingegangen am 28. Dez. 1958)

Einleitung

In Ungarn, insbesondere in der Ungarischen Tiefebene mit ihren trockenen warmen Sommern, erleiden die Knollen der in der landwirtschaftlichen Praxis verwendeten Kartoffelsorten infolge der ungünstigen ökologischen Verhältnisse binnen wenigen Jahren einen so weitgehenden Abbau, daß sie als Saatgut nicht mehr zu gebrauchen sind. Solche Knollen neigen stark zur Bildung von »Fadenkeimen« einerseits und »Tochterknollen« bzw. »Keimknollen« andererseits (Abb. 1 und 2). Von wirtschaftlichen Gesichtspunkten aus betrachtet ist der Schaden, der aus der auf verschiedene Ursachen zurückzuführenden abnormalen Keimung erwächst, keineswegs zu unterschätzen (1). GRAEBNER (2) sieht den Grund für den Abbau in der Zwangsreifung der Knollen bzw. in der Keimung in trockenem Boden, LYSENKO (3) in der hohen Bodentemperatur, SZIRMAI (4) in ungeeigneten Bodenverhältnissen bzw. in schädlichen Hitzeeinflüssen, BRANDL (5) und KÖHLER (6) in den ungünstigen Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnissen nach der Aussaat. TAGAWA und OKAZAWA (7) fanden bei der Untersuchung des Einflusses verschiedener Lagerungsbedingungen, daß bei der Aufbewahrung im Trockenen — besonders wenn höhere Temperaturen herrschen — die alten Knollen zur Bildung von »Keimknollen« neigen, während bei feuchter Lagerung dünne (Faden-) Keime zur Entwicklung gelangen. Das Entstehen von Fadenkeimen und Keimknollen führen diese Autoren auf die — je nach den Lagerungsverhältnissen — veränderten Stoffwechselprozesse zurück.

Eine der zuverlässigsten Maßnahmen zur Vermeidung dieser unerwünschten Nachwirkung ist die Sicherung des Bedarfes an Saatknohlen durch Sommerpflanzung, wobei die aus der Frühjahrssaat stammenden frischen (unreifen) gerodeten Knollen zur Sommerpflanzung verwendet werden. Diese Art der Sommerpflanzung ist zweifellos von großer Bedeutung für die

Weiterentwicklung des Kartoffelanbaus in Ungarn, da es sich hierbei im wesentlichen um das einzige Verfahren handelt, welches einen sicheren Erfolg im Kampfe gegen den Abbau der Kartoffelknollen gewährleistet (8).

Es erscheint angezeigt, in Gegenden, in welchen die für die Entwicklung der Kartoffel günstige Jahreszeit lange anhält, jährlich zweimal nacheinander

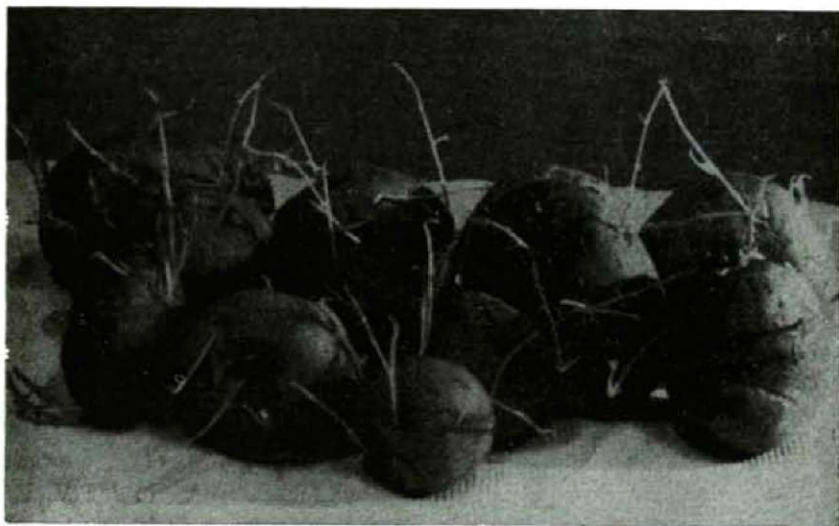


Abb. 1.: Knollen aus Frühjahrsanbau mit »Fadenkeimen«.



Abb. 2.: »Keimknollenbildung« an Knollen der Sorte »Frühe Rose« aus Frühjahrsanbau.

Kartoffel anzubauen, wobei die Knollen der ersten Ernte sofort nach dem Roden erneut gepflanzt werden müssen. Hierbei ist es natürlich nötig, den Ruhezustand der Knollen mit Hilfe eines geeigneten Stimulationsgemisches (z. B. mit »rindite«) zu unterbrechen (9, 10, 11, 12).

Der gestellten Aufgabe entsprechend, hatte ich zwei konkrete Ziele vor Augen: Erstens mußte nach einem chemischen Stimulationsverfahren und einer neuen Pflanzungsmethode gesucht werden, mit der bei einer eventuellen Einführung im landwirtschaftlichen Großbetrieb die Pflanzung mit frisch geernteten Knollen im Sommer relativ leicht und rentabel zu verwirklichen ist. Zweitens strebte ich eine Antwort auf die Frage an, welche Unterschiede bzw. Übereinstimmungen in den charakteristischen Stoffwechselprozessen in spontan sprossenden und künstlich stimulierten neuen Knollen vorhanden sind. Der ersten Zielsetzung gemäß habe ich mehrere Feldversuche — zur unmittelbaren Unterstützung der landwirtschaftlichen Praxis (13, 14) — eingeleitet und durch Laboratoriumsbeobachtungen ergänzt (15), während ich mit der Verwirklichung des zweiten Zieles die physiologischen Grundlagen dieser wichtigen volkswirtschaftlich bedeutsamen Frage aufzuklären trachtete (16, 17, 18, 19, 20, 1, 22, 23, 24, 25, 26).¹

Besprechung der Versuchsergebnisse

I. Aus den unmittelbar praktischen Zwecken dienenden, durch Laboratoriumsuntersuchungen ergänzten Feldversuchen lassen sich folgende wichtige Schlußfolgerungen ziehen:

1. Die mit Rindite² behandelten neuen Kartoffelknollen können zur Herstellung eines einwandfreien Saatgutes verwendet werden. Da mit dieser Methode aus ein und derselben Knolle zwei Generationen aufgezogen werden können, lassen sich in einem Jahre zwei Ernten erzielen (12, 14).

2. Der Ruhezustand unserer Kartoffelsorten ist von verschiedener Dauer, daher reagieren die vorzeitig (in unreifem Zustande) gerodeten, neuen Knollen in diesem Frühstadium ihrer ontogenetischen Entwicklung auf gleich hohe Rindite-Konzentrationen und gleiche Behandlungsdauer nicht einheitlich. Manche Sorten sind leichter, andere schwerer zur Sprossung anzuregen. Aus diesem Grunde sind zur Erreichung einer raschen und gleichmäßigen Keimung je nach der betreffenden Sorte verschiedene Rindite-Dosen und Behandlungszeiten notwendig. Mit anderen Worten: Auf eine Behandlung mit Rindite reagieren die einzelnen Kartoffel-Sorten recht unterschiedlich (15). Dies ist teilweise auf solche morphologische und physiologische Faktoren zurückzuführen, wie z. B. verschiedene Dicke der Korkhaut bzw. des Periderms, ungleichmäßige Entwicklung der Knollen, bei den einzelnen Sorten, die nicht oder nur schwer eliminierbare Fehlerquellen darstellen. Andererseits ist die Ursache für die vorkommenden Abweichungen in Viskositäts-Unterschieden des Plasmas (27) und in den quantitativen Beziehungen zwischen

¹ Die bei den Untersuchungen angewandten Methoden, sowie die Beschreibung der in den Versuchen verwendeten Kartoffelsorten können den zitierten Arbeiten entnommen werden.

² Rindite = Ein Gemisch aus Äthylenchlorhydrin, Äthylendichlorid und Tetrachlorkohlenstoff im Verhältnis 7:3:1 (Denny, 1945).

den natürlichen Förderungs- und Hemmstoffen (26) zu suchen. Es gibt Sorten, bei denen eine sehr breite Skala der Rindite-Konzentration und der Behandlungsdauer anwendbar ist, während andere Sorten bereits auf kleinere Veränderungen mit auffallenden Reaktionen antworten. So lösen z. B. relativ schwache Konzentrationen (0,2—0,4 ml/kg) den Keimungsbeginn eher aus, während verhältnismäßig hohe Konzentrationen (0,8 ml/kg) in Abhängigkeit von der Einwirkungszeit die Keimung später veranlassen; dafür geht dann aber die Entwicklung der ausgetriebenen Keime intensiver vor sich (11).

3. Die Bestimmung der anzuwendenden Rindite-Dosis und der Behandlungsdauer ist nie von absolutem Wert, weil die Größe und der Reifezustand der zur Behandlung verwendeten Knollen nicht einmal bei ein und derselben Sorte gleichmäßig sind. Diese Feststellung ist vollkommen berechtigt, wenn wir bedenken, daß die Knollen unter ein und derselben Staude nicht nur hinsichtlich ihrer Größe, sondern auch betreffs ihres Alters verschieden sind. Auch wenn man bei der Verpflanzung die extremen, d. h. die kleinsten und größten Knollen der Population nicht verwendet, können immer noch beträchtliche Abweichungen unter den zur Aussaat gelangenden Knollen bestehen. Aus diesem Grunde können die zur künstlichen Triebanregung als geeignet befundenen Konzentrationen und Behandlungszeiten stets nur mit gewisser Wahrscheinlichkeit die optimalen Verhältnisse angeben (11, 12).

4. Eine weitere wichtige Tatsache, die hier betont werden muß, ist, daß die Knollen sich im Augenblick der Behandlung in einer bestimmten Phase der Ontogenese befinden. Wir stehen also nie einem statischen Zustand, sondern ständig wechselnden dynamischen Vorgängen gegenüber. Die anzuwendende Konzentration wird also außer von dem Reifezustand der Knollen auch durch den Umstand beeinflußt, wie lange Zeit zwischen Rodung und Behandlungsbeginn verstrichen ist. Je reifer die Knollen bzw. je später sie gerodet werden, um so schwerer keimen sie, um so höhere Konzentrationen müssen zur Aufhebung des »Ruhezustandes« herangezogen werden. Die Lagerung nach der Rodung, die mehrere Tage hinausgeschobene Behandlung, hat bereits einen schlechteren Keimungsprozentsatz zur Folge, als wenn die Behandlung innerhalb von 1—2 Tagen eingeleitet wird (12).

5. Endlich muß noch auf einen besonders interessanten Zusammenhang hingewiesen werden. Wenn wir die Sorten nach dem Mengenverhältnis des Gehaltes an N-haltigen und kohlehydratartigen Verbindungen ordnen, so nehmen an dem einen Ende dieser Reihe die mit »Rindite« leicht zum Keimen anzuregenden und an dem anderen die schwer zu stimulierenden Platz, d. h. diejenigen Sorten, welche im Verhältnis zu den löslichen Kohlehydraten relativ hohe Stickstoffmengen enthalten, sind mit Rindite leichter zum Keimen zu bringen und treiben schneller — und vor allem gleichmäßiger — als diejenigen mit relativ niederem Anteil an N-Substanzen (Tabelle 1).

II. Ich habe auch einzelne typische Stoffwechselprozesse bei spontan keimenden und mit Rindite behandelten jungen Knollen mehrerer Kartoffelsorten, darunter die quantitativen Veränderungen des Gehaltes an Vitamin C, stickstoffhaltigen Verbindungen und besonders an freien Aminosäuren, sowie ferner die Gestaltung des Tryptophan- und Wuchsstoffverhältnisses

Tabelle 1

Ergebnisse der vergleichenden Analyse einiger Kartoffelsorten. Mittelwerte aus jeweils 3 Parallel Analysen aus Durchschnittsproben von jeweils 30 Knollen.

Sorte	Wassergehalt	Trockensubstanz- gehalt	Verhältnis N K Substanzen*	Keimungsprozentsatz nach 24 - stündiger Behandlung mit 0,8 ml/Kg Rindite
	der Knollen			
	in %	in %	in %	
Frühe Gelbe	78,8	21,2	1,13 : 98,87	95—98
Frühe Rosen	78,2	21,8	1,02 : 98,98	92—96
Ella	75,7	24,3	0,77 : 99,23	61—65
Gül-Baba	78,6	21,4	0,39 : 99,61	30—34

* N = Stickstoffhaltige organische Substanzen, K = lösliche Kohlenhydrate.

im Laufe der Keimung in den einzelnen Sektoren der Knollen untersucht, um einerseits einen Einblick in die Lebensvorgänge der sogenannten »ruhenden« und andererseits der sprossenden Kartoffelknollen zu gewinnen.

In diesen Stoffwechselprozessen der Knollen konnten mehrere Erscheinungen beobachtet werden, welche bei gewisser Vorsicht Schlußfolgerungen auf die typischsten Stoffumwandlungen sowohl der spontan keimenden, als auch der mit dem Stimulationsgemisch behandelten Knollen und in gewisser Beziehung auch auf die Ontogenese derselben zulassen.

1. Die Verfolgung der quantitativen Veränderungen des Vitamin C-Spiegels erschien von mehreren Gesichtspunkten erwünscht. Nach einer Mitteilung von PROKOSCHEFF (28) im Jahre 1947 steht die Vitamin C-Synthese in engem Zusammenhang mit der Menge bzw. dem Vorhandensein des Glutathions. Aus dem Ansteigen des Glutathion-Gehaltes kann auf einen erhöhten Vitamin C-Gehalt geschlossen werden. Nach einer Mitteilung aus dem Jahre 1952 von IRION und FISCHNICH (29) sind diese Zusammenhänge auch in den mit Rindite stimulierten Kartoffelknollen zu beobachten. RAADTS (3) dagegen wies nach, daß die reduzierte Ascorbinsäure und ihre oxydierte Form ein sehr wirksames Redoxsystem darstellen, welches die Wachstumsmechanismen durch Oxydation beeinflussen. Dies sind sehr wichtige, aber anscheinend einander widersprechende Literaturangaben, denn einerseits nimmt die Vitamin C-Menge in den keimenden Knollen zu und andererseits hemmen die beiden Formen des Vitamin C(RAS und DAS) als Redoxsysteme die Wirkung der über ein β -Indolgerüst verfügenden natürlichen Wachstumsstoffe. Gegenüber diesen theoretischen Feststellungen aber zeigen die praktischen Beobachtungen, daß die über den Ruhezustand hinausgegangenen Kartoffelknollen — sofern die Voraussetzungen für eine Keimung gegeben sind — intensiv sprossen und somit der von RAADTS angenommene Mechanismus entweder nicht in Funktion tritt oder aber eine sehr untergeordnete Rolle spielt. Zur weiteren Klärung der Frage schien ein Vergleich des Vitamin C-Spiegels der spontan keimenden und der mit Rindite angeregten jungen Knollen

wünschenswert (23, 24). In den spontan keimenden Knollen nimmt die Vitamin C-Menge (Abb. 3) nach der anfänglichen Senkung zwar zu — jedoch geht der Anstieg nicht über den Ausgangswert hinaus — um dann stark abzusinken. Nach meinen eigenen Versuchsergebnissen lässt sich die Gestaltung des Vitamin C-Spiegels in den spontan keimenden Knollen mit dem von RAADTS vermuteten Mechanismus gut in Einklang bringen. In den mit

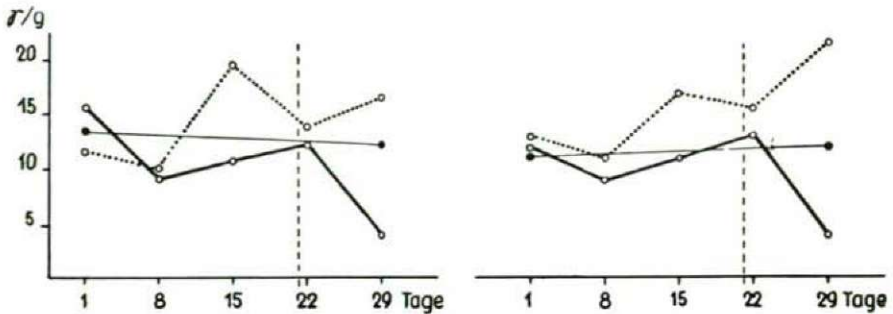


Abb. 3.: Die Gestaltung der Vitamin C-Durchschnittskurven der Knollen im »Ruhezustand« bzw. in den unbehandelten (Kontroll) Knollen (feine Linie), im Laufe der spontanen Keimung (fett ausgezogene Linie) und in den mit Rindite stimulierten neuen Knollen (gestrichelte Linie). Die linke Abbildung bezieht sich auf die Sorte »Kisvardaer Rose« und die rechte auf die Sorte »Ella«.

Rindite stimulierten Knollen dagegen erfährt die Vitamin C-Menge nach dem 22. Tage wieder eine Erhöhung, was auf eine Funktionshemmung der Auxine hindeutet.

Die quantitativen Veränderungen der β -Indolessigsäure in den spontan keimenden Knollen lassen erkennen, dass die Verminderung des Vitamin C-Gehaltes und die Erhöhung des β -Indolessigsäure-Niveaus mit dem erwähnten Mechanismus in Einklang zu bringen ist (Abb. 4). Die Vitamin C-Kurve der mit Rindite behandelten jungen Knollen dagegen zeigt nach vorübergehender Abnahme steigende Tendenz, während gleichzeitig die β -Indolessigsäure nach vorübergehendem Anstieg sinkt, was mit dem RAADTSSchen Mechanismus ebenfalls nicht im Widerspruch steht (Abb. 4). Es liegt mir fern anzunehmen, die Vorgänge wären in solch einfacher Weise miteinander verknüpft, etwa in der Weise, daß zwischen Vitamin C und Wuchsstoffhaushalt ein unmittelbarer Reaktionszusammenhang bestünde. Ich möchte hier nur auf die in dieser Hinsicht bestehende Parallelität der Erscheinungen aufmerksam machen.

2. Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt, mit dem ich mich im Laufe meiner Untersuchungen befaßt habe ist die quantitative Veränderung im Bereich der *N*-haltigen Verbindungen und insbesondere der freien Aminosäuren. Meine Studien (16—21) haben in dieser Frage einerseits durch Vergleich der verschiedenen Sorten, andererseits durch fortlaufende Untersuchung der Stoffwechselveränderungen in den verschiedenen Teilen der Knollen neue Ergebnisse geliefert. Es war bereits bekannt, daß in der initialen Phase der Keimung die Reserveweiße abgebaut werden und gleichzeitig die

Menge der Aminosäuren rasch zunimmt. Meine Untersuchungen bedeuten insofern einen Fortschritt, als sie einen tieferen Einblick in den Verbrauch des sog. »löslichen N« gestatten. Namentlich die Menge des Amino-N wird nicht in dem Maße gesteigert wie die des »löslichen N«. Bei der Identifizierung der Flecken an den Papierchromatogrammen (17, 19, 22) deuten alle Anzeichen darauf hin, daß die fehlende Menge zum größten oder wenigstens

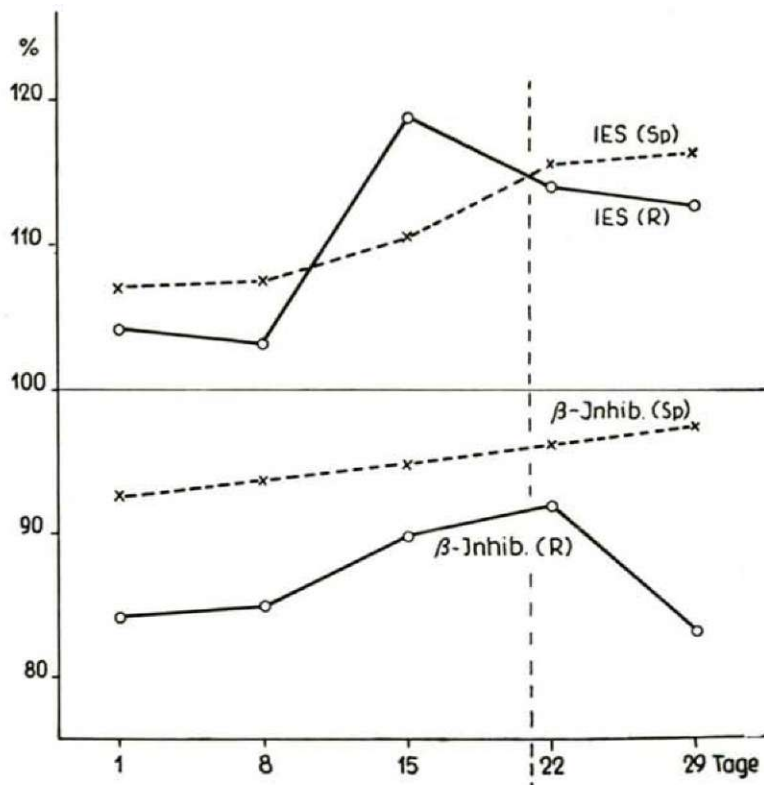


Abb. 4.: Die quantitative Veränderung der IES- und der β -Inhibitorenmenge in spontan keimenden (Sp) und in mit Rindite behandelten jungen Kartoffelknollen (R) im Laufe der Keimung. Die gestrichelte senkrechte Linie deutet den Zeitpunkt des Erscheinens der Triebe über der Erde an. An der Ordinate ist die Streckung der Avena-Koleoptylzylinder in Prozent der Kontrollen und an der Abszisse die Zahl der Tage nach der Behandlung angegeben.

zu einem bedeutenden Teil zur Glutathionsynthese verbraucht wird. Da der Glutathiongehalt im Laufe der Keimung rasch zunimmt, war die Annahme berechtigt, daß die fehlende Menge an »löslichem N« in dem entstandenen Glutathion zu suchen ist (Abb. 5).³

³ Nach Frau Dr. Ginterowa (Bratislava, CSR) wird außerdem auch Glutamin und Asparagin gebildet (Ex. verb.).

3. Die im Verlaufe der Keimung beobachteten Veränderungen der *freien Aminosäurenmenge* weisen auf einige weitere interessante und beachtenswerte Umstände hin (21). In den spontan keimenden Knollen ist die proteolytische Aktivität erhöht; infolge der gesteigerten Eiweißmobilisierung

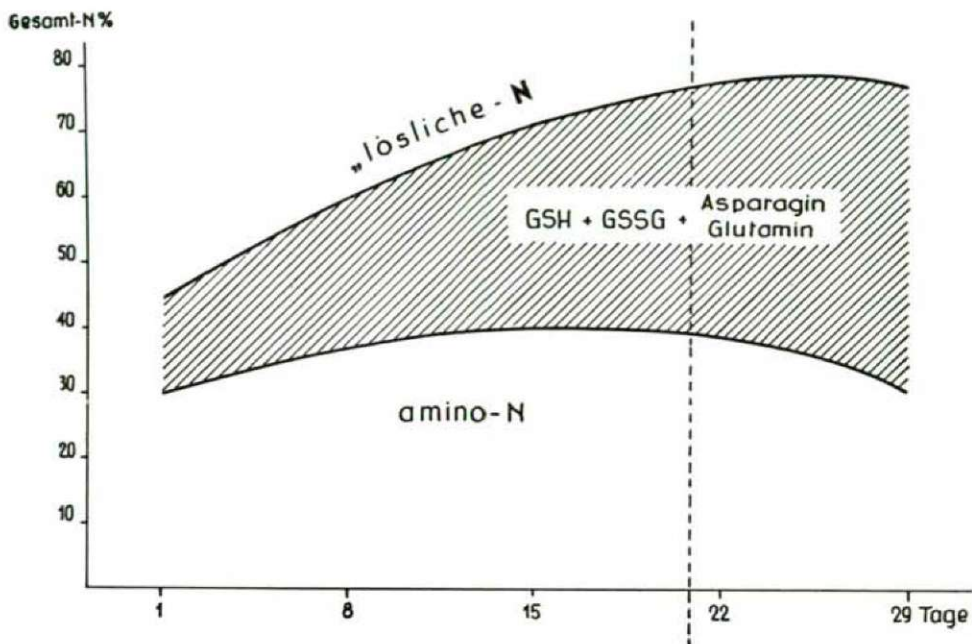


Abb. 5.: Die Gestaltung des Gehaltes der mit Rindite behandelten jungen Knollen an »löslichem N«, GSH und Amino-N im Laufe der Keimung in Gesamt-N-% ausgedrückt.

steigt die Menge der freien Aminosäuren schneller an als in den mit Rindite behandelten Knollen (Abb. 6); das Maximum wird im ersten Fall bereits am 15. Tage erreicht, dann setzt ein rapides Absinken ein, während in den stimulierten Knollen auch noch am 22. und 29. Tage eine Zunahme zu verzeichnen ist (z. B. bei der Sorte »Ella«). Die Triebe der spontan keimenden, vorjährig geernteten Knollen gelangen infolgedessen bei Sommerpflanzung schneller zur Entwicklung. Demnach kann die Verminderung der freien Aminosäuren in den spontan keimenden Knollen teils mit dem intensiven Wachstum der Triebe und teils mit dem Nachlassen der proteolytischen Aktivität im Zusammenhang stehen. In den mit Rindite behandelten Knollen dürfte die vorübergehende Verminderung der freien Aminosäuren mit einem erhöhten Verbrauch an Aminosäure zur sekundären Proteinsynthese zusammenhängen.

4. Besonders interessant waren die Feststellungen über die Mengenveränderungen des *Glutathions* (GSH) und des *Tryptophans* (TTP) (21–25). Der Umstand, daß nach Rindite-Behandlung der GSH-Gehalt des Gewebes der Knollen bei sämtlichen Sorten zunimmt, weist darauf hin, daß das GSH

irgendeinen Einfluß auf die Unterbrechung des Ruhezustandes ausübt, und zwar möglicherweise durch Beschleunigung von Vorgängen, die in enger Beziehung zur Unterbrechung der Ruhephase stehen. Eine typische und wesentliche Eigenschaft der Papaine ist, daß sich ihre Wirkung in Gegenwart

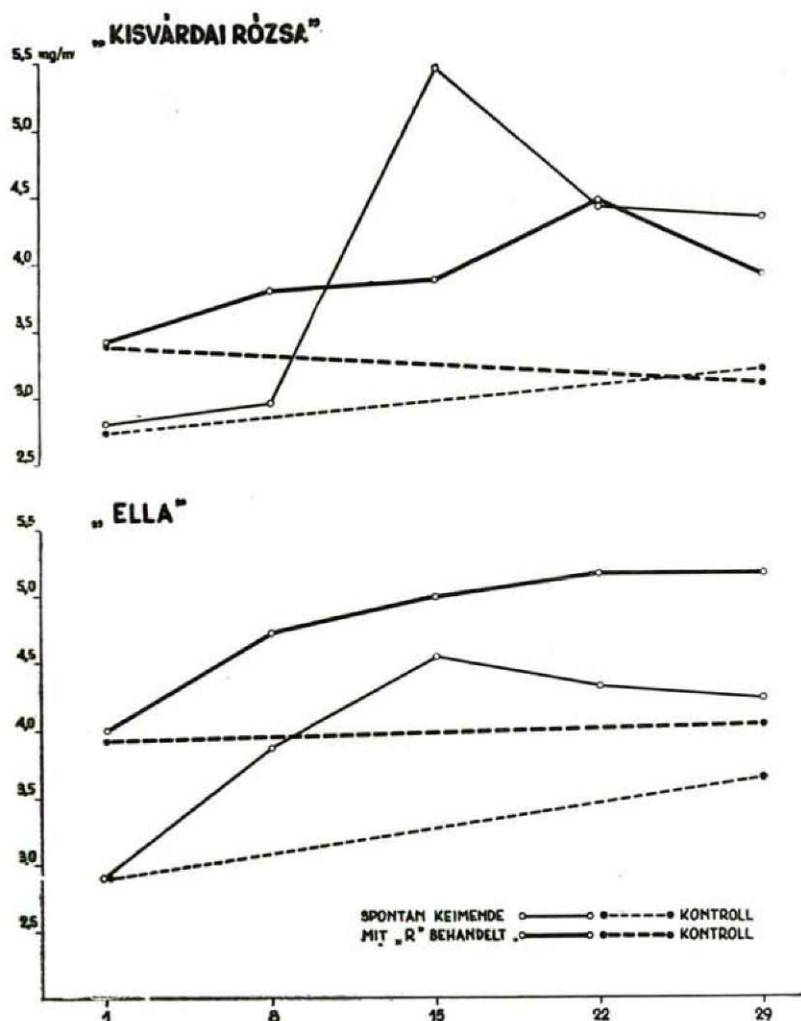


Abb. 6.: Durchschnittskurve der freien Aminosäuren in den spontan keimenden »alten« und in den mit Rindite stimulierten »jungen« Knollen, am 1., 8., 15., 22. und 29. Tage des Versuches.

von SH-Gruppen enthaltenden Verbindungen, z. B. GSH, bedeutend verstärkt. Die Erklärung für die papainaktivierende Wirkung des GSH ist, daß es die oxydierten Papainmoleküle erneut reduziert, während es selbst (zu GSSG) oxydiert wird. In diesem Sinne ist der Ruhezustand der Knollen biochemisch

gesehen nichts anderes, als eine Hemmung bzw. Inaktivierung der proteolytischen Enzyme.

5. Für die Bildung der wachstumsfördernden Indol-Verbindungen dürfte hauptsächlich das *freie TTP* in Frage kommen, welches im Hinblick auf die Wachstumsgeschwindigkeit der Sprosse besonderem Interesse ist. Die Verhältnisse bezüglich der gebundenen TTP interessierten uns hierbei nur indirekt, da anzunehmen ist, da die während der Keimung beobachtete, oft beträchtliche Abnahme mit einer Umwandlung in freies TTP zusammenhängt (Abb. 7.) Höchstwahrscheinlich ist die Verringerung des gebundenen TTP

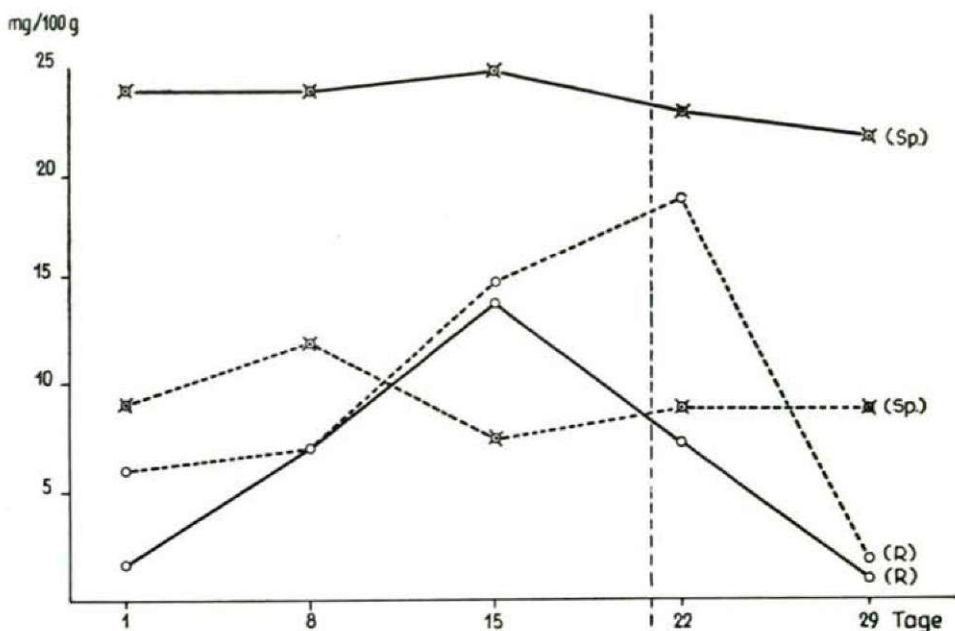


Abb. 7.: Die Veränderung des gebundenen (fortlaufende Linie) und des freien Tryptophangehaltes (gestrichelte Linie) in den spontan keimenden »alten« Knollen (Sp) und in den mit Rindite stimulierten »jungen« Knollen (R) im Laufe der Keimung bei der Sorte »Kisvardaer Rose«.

in den einzelnen Knollensektoren darauf zurückzuführen, daß dieses in freies TTP umgewandelt wird; dieses kann teils in Stoffe mit Wuchsstoffcharakter umgewandelt, teils aber in andere Abschnitte der Knollen transportiert und dort als freies TTP gespeichert bzw. bei sekundären Synthesen erneut verwendet werden (20). Im Vergleich mit der unbedeutenden Schwankung der freien TTP-Mengen in spontan keimenden Knollen ist die quantitative Veränderung des TTP bei den mit Rindite behandelten Knollen eine sehr beträchtliche (25).

6. In den frisch geernteten und zur Keimung gebrachten Kartoffelknollen erfährt die *Wuchsstoffmenge* (IES) eine rasche Zunahme während die Hemmstoffe vermindert werden (Abb. 4). Auf die IES-Erhöhung im apicalen Abschnitt der Knollen folgt — entsprechend dem Entwicklungsgrade der

Sprosse — bereits am 15. Tage eine Abnahme. Der β -Inhibitor, der bei Versuchsbeginn in großen Mengen vorhanden ist, nimmt im allgemeinen schnell ab, um aber nach dem 22. Tage wieder anzusteigen (26). In den spontan keimenden Knollen vollzieht sich dagegen der IES-Anstieg viel langsamer, aber kontinuierlicher, während die Hemmstoffe schließlich völlig verschwinden (31).

Schlußfolgerungen

1. Die dynamischen Vorgänge beim N-Stoffwechsel eröffnen die Möglichkeit, die »Ruheperiode« der Kartoffelknollen in physiologischer Hinsicht in zwei Phasen zu teilen:

a) In der *ersten Phase*, in welcher der Reife- (Nachreife) Prozess vollendet wird, klingen die synthetischen Vorgänge namentlich beim N-Haushalte allmählich ab.

b) In der *zweiten Phase* setzen in Abhängigkeit von den äußeren Bedingungen (bei der Beendigung der natürlichen »Ruhe« oder infolge einer Behandlung mit Stimulationsgemischen) früher oder später diejenigen Mobilisationsvorgänge ein, als deren sichtbares Zeichen sich die Knospen — je nach Sorte zu verschiedenen Zeitpunkten — zu entwickeln beginnen.

Demnach ist dieser Wendepunkt in der Richtung der Stoffwechselprozesse; sowie die vorausgehende und nachfolgende kürzere oder längere Zeitspanne als »Ruhezustand« zu betrachten, während der die Intensität der Lebensvorgänge nicht oder kaum meßbar ist. Diese Periode in der Ontogenese der Kartoffelknollen hält bei den gelagerten Kartoffeln länger an als z. B. in den mit Rindite behandelten, in welchen bereits nach einigen Tagen die bis dahin noch ablaufenden Syntheseprozesse in Hydrolysevorgänge umschlagen.

Auf Grund des Gesagten müssen die quantitativen Veränderungen im N-stoffwechsel als ein für den Beginn der Aktivitätsperiode bedeutender und charakteristischer Faktor betrachtet werden.

2. Die bisher vorliegenden Versuchsdaten sind zur Entscheidung der Frage, ob das GSH der einzige Faktor ist, welcher für die Unterbrechung des Ruhezustandes der Knollen maßgeblich ist, noch nicht ausreichend. Die Tatsache, daß der GSH-Gehalt der spontan keimenden Kartoffeln nicht so schnell steigt wie der der mit Rindite behandelten, ist kein Beweis gegen die Annahme, daß das GSH bei der Unterbrechung des Ruhezustandes mit beteiligt ist. Es enthalten nämlich die spontan keimenden Knollen eine gewisse Menge GSH, und diese kleine Menge bewirkt innerhalb einer längeren Zeitspanne dasselbe, wie größere Mengen innerhalb einer kürzeren Zeit. Dies dürfte besonders dann zutreffen, wenn das GSH chemische Umsetzungen — wie z. B. die Papainaktivierung — beschleunigt, die mit der Unterbrechung der »Ruheperiode« in einem engeren funktionellen Zusammenhang stehen als das GSH selbst.

3. Der Verlauf der untersuchten Stoffwechsel-Prozesse läßt erkennen, daß in den spontan keimenden Knollen mit Beginn des autotrophen Lebens der oberirdischen Sprosse allmählich der Zerfall einsetzt. Demgegenüber beginnt in den mit Rindite behandelten jungen Knollen — welche ohne Behandlung noch dem Höhepunkt der »Ruheperiode« zustreben würden — in

der dritten Woche nach der Behandlung der Vitamin C-Gehalt wieder zu steigen. Dieser Zeitpunkt fällt mit dem Beginn des autotrophen Lebens der Sprosse zusammen, wenn auch die Abwanderung des Vitamin C und der freien Aminosäuren aus den Knollen in die oberirdischen Sprosse aufhört. Demnach wird der Stoffwechselcharakter der stimulierten Knollen durch die Behandlung nur vorübergehend verändert, höchstwahrscheinlich infolge der Entwicklung der oberirdischen Sprosse. Nach dem Abklingen der Rindite-Wirkung und nach dem Übergang der Sprosse zur autotrophen Lebensweise verlaufen die Stoffwechselvorgänge wiederum entsprechend dem ontogenetischen Zustand der Knollen, d. h. sie unterliegen keinem Zerfall.

4. Nicht nur im Stoffwechsel des Vitamin C und der freien Aminosäuren, sondern auch in dem der wachstumshemmenden und -fördernden Stoffe ist ein deutlicher Unterschied zwischen den Knollen verschiedenen physiologischen Alters zu erkennen. Wenn die Sprosse autotroph geworden sind, kehrt der Stoffwechsel der stimulierten Knollen wieder in diejenigen Bahnen zurück, welche für den jeweiligen physiologischen Alterszustand charakteristisch sind. So wird es verständlich, weshalb in den mit Rindite behandelten Knollen nach dem Austreiben der Sprosse die Synthese des freien TTP aufhört und auch die IES-Menge wieder abnimmt, bzw. weshalb der β -Inhibitor erneut in größeren Mengen zur Anreicherung gelangt.

Schrifttum

- (1) Dohy, J.: Adatok a burgonya kóros csírázásának ismeretéhez. Mosonmagyaróvári Mezőgazdasági Akadémia Évkönyve 39, (1954/55).
- (2) Graebner, L.: Krankheiten durch ungünstige Bodenverhältnisse (in: Sorauer: Handb. d. Pfl. krankheiten 5. Auf. 1924).
- (3) Liszenko, T. D.: Agrobiológia. Mezőgazdasági Könyv és Folyóirat Kiadó. Budapest, 1950.
- (4) Szirmai, J.: A burgonya leromlásának ökológiai és vírusos tényezői. Növényvédelmi Kut. Int. Évkönyve, 6, (1951).
- (5) Brandl, H.: Die Knöllensucht bei Kartoffeln. Die Landwirtschaft. Wien, (1930).
- (6) Köhler: Dei Knöllensucht der Kartoffel. Nachrichtenblatt d. Deutschen Pflanzenschd. 7, (1927).
- (7) Tagawa T. and Y. Okazawa: Physiological and morphological studies of potato plants. Part. 8. Especially on the senility of potato tuber and its abnormal sprouting. F. Fac. Agr. Hokkaido Univ. Sapporo 49, 185 (1954).
- (8) Liszenko, T. D.: Az új burgonya előcsíráztatása. (Rabotü v dni Velikoj Otecsestvvennoj vojni. Trudü insztitute genetiki). Odessza, (1943).
- (9) Denny, F. E.: Synergistic effects of three chemicals in the treatment of dormant potato tubers to hasten germination. Contrib. Boyce Thoms. Inst. 14, 1 (1945).
- (10) Miller, M. Sz., Pinevics, L. M. és Szurzsina, M. N.: A burgonyagumók bizonyos vegyszerekkel való kezelésének hatása a gumók nyugalmi idejére és termésére. A Nyugati Puskin Mezőgazdasági Int. (1938).
- (11) Szalai, I.: Zusammenhänge zwischen der Keimung der jungen (in Keimruhe) befindlichen Knollen bei verschiedenen Kartoffelsorten und die Konzentration des Stimulationsgemisches. Acta Agronom. Hung. 7, 25 (1957).
- (12) Szalai, I.: Die Sommerpflanzung der Kartoffel mit durch »Rindite« ausgetriebenen jungen Kartoffelknollen. Acta Biol. Szeged, 2, 63 (1956).
- (13) Szalai, I.: The significance of summer-planted new potato tubers forced with »rindite«. Acta. Biol. Hung. Suppl. 1, 49—50 (1957).

- (14) Szalai, I. és E. Lusztig: A burgonya fejlődése tavaszi-, és mesterségesen hajatott új gumók nyári ültetése esetében. (Development of potato planted in summer from spring planted new tubers subjected to artificial sprouting). Növénytermelés, 3, 11 (1953).
- (15) Szalai, I.: Néhány burgonyafajta nyugalmi állapotának megrövidítéséről. — Über die Verkürzung des Ruhezustandes einiger Kartoffelsorten. Annales Biol. Univ. Hung. 1, 419—450 (1952).
- (16) Szalai, I., L. Ferenczy, M. Varga and M. Dévay: Metabolic change in sprouting potato tubers treated with »Rindite«. Acta Biol. Hung. 8, 21 (1957).
- (17) Szalai, I. und M. Dévay: Die Wirkung der »Rindite-Dämpfe« auf den N-Stoffwechsel der Kartoffelknollen in den einzelnen Keimungsphasen. Acta Biol. Szeged, 3, 25—31 (1957).
- (18) Szalai, I.: Die Verteilung der freien Aminosäuren in Kartoffelknollen und ihre Beeinflussung durch »Jarowisation«. I. Photometrische Bestimmung des Gesamtaminosäurenspiegels im Kartoffelsaft mittels der Ninhydrinreaktion. Acta Biol. Szeged, 3, 33—40 (1957).
- (19) Szalai, I.: Die Verteilung der freien Aminosäuren in Kartoffelknollen und ihre Beeinflussung durch »Jarowisation« II. Papierchromatographische Untersuchungen der freien Aminosäuren des Kartoffelsaftes. Acta Biol. Szeged, 3, 41—49 (1957).
- (20) Szalai, I.: Change of bonded and free tryptophane content in tubers of germinating potatoes. Acta Biol. Szeged, 3, 51—54 (1957).
- (21) Szalai, I.: Verteilung und Veränderung der freien Aminosäuren in den mit Rindite behandelten jungen Kartoffelknollen von verschiedenen Keimungsstadien. I. Photometrische Bestimmung der Gesamt-Aminosäure mit Hilfe der Ninhydrin-Reaktion. Acta Biol. Szeged, 4, 17—21 (1958).
- (22) Szalai, I.: Quantitative distribution of the free aminoacids in the rindite forced new potato tubers, in different phases of the sprouting. Acta Biol. Hung. 10, (1959).
- (23) Szalai, I. and L. Gracza: Distribution of ascorbic acid in vernalised potato tubers in different phases of sprouting. Acta Agronom. Hung. 8, 59—66 (1958).
- (24) Szalai, I.: Effect of rindite on the vitamin C content in new potato tubers during the sprouting. Acta Biol. Hung. 10, (1959).
- (25) Szalai, I.: Tryptophane contents of new potato tubers forced by rindite in the different phases of the germination. Phys. Plantarum 12, 155—161 (1959).
- (26) Szalai, I.: Quantitative changes of growth-promoting and inhibiting substances in the potato tubers treated with rindite. Phys. Plantarum 12, (1959).
- (27) Szalai, I.: Fejlődés- és anyagcserélettani vizsgálatok burgonyagumókon. Doktori disszertáció. 1958. (In man.)
- (28) Prokosev, M. S.: A burgonya biokémiája. Moszkva—Leningrád (1947).
- (29) Irion, W. und O. Fischnich: Über stoffliche Umwandlungen in »Rindite« behandelten Kartoffelknollen in den einzelnen Phasen der Keimung. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 59, 248 (1952).
- (30) Raadts, E.: Über den Einfluss der Ascorbinsäure auf die Auxinaktivierung. Planta. 36, 103 (1948).
- (31) Varga, M. B. and L. Ferenczy: Quantitative changes in growthpromoting and growth-inhibiting substances in rindite treated and untreated potato tubers. Acta Bot. Hung. 3, 111 (1957).

Anschrift des Verfassers: Professor Dr. I. SZALAI. Institut für Pflanzenphysiologie der Universität, Tánácsics M. 2. Szeged (Ungarn).